

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В СТАТОРЕ ТУРБОГЕНЕРАТОРА НА РАННЕЙ СТАДИИ ИХ РАЗВИТИЯ.**

УДК 621.3

**Савин И.А.** студент

кафедра мультимедиа технологий

Уральский федеральный университет, ВШЭМ

**Касимов Р.М.** студент

кафедра мультимедиа технологий

Уральский федеральный университет, ВШЭМ

**Шаманов А. П.** к.ф.-м.н., доцент

кафедра мультимедиа технологий

Уральский федеральный университет, ВШЭМ

**Аннотация.** Рассмотрена методика обнаружения дефектов в статоре турбогенераторов на ранней стадии их развития. Методика основана на анализе измеряемых параметров температурного поля статора на работающей машине. К числу выявляемых дефектов относятся: снижение проходимости полых проводников обмотки статора и дефекты железа статора.

**Ключевые слова:** турбогенератор, обмотка статора, железо статора, дефекты, температурное поле.

**Abstract.** Methodology of finding out defects in a stator of turbogenerator on early stage of their development is considered. Methodology is based on the analysis of measureable parameters of the temperature field on a working machine. To the number of the exposed defects behave: decline of passability of hollow core of a winding of the stator and defects of the stators iron.

**Keywords:** Turbogenerator, stator winding, stator iron, defects, temperature field.

Для непосредственного контроля степени нагрева активных частей статора каждый турбогенератор оборудован системой датчиков температуры. Штатная система контроля турбогенератора ТВВ-800 включает в себя 84 датчика, установленных на стержнях обмотки статора, и 12 датчиков контроля степени нагрева железа статора. Помимо этого установлены датчики для контроля параметров охлаждающей среды – водорода и дистиллята. Значения температуры, фиксируемые штатной системой контроля, могут меняться как в зависимости от параметров режима работы генератора, так и из-за возникших дефектов в статоре. Поэтому важно уметь определять причину таких изменений – дефект или изменение режима работы. Решение этой задачи, особенно на ранних стадиях развития дефекта, наталкивается на ряд сложностей.

Во-первых, показания отдельных датчиков температуры у нормально работающего генератора могут быть различны в одном и том же режиме работы, также может быть различным диапазон их изменения при изменениях режима. Для иллюстрации этого в таблице 1 приведены значения температуры нескольких датчиков в двух режимах работы исправного генератора [1].

Таблица 1. Температура стержней обмотки статора при разной нагрузке генератора, град

Стержень		Ток нагрузки статора, А	
Паз №	Положение	14640	20400
6	Верхний	45.9	47.3
	Нижний	38.0	36.9
31	Верхний	56.9	60.9
	Нижний	48.6	53.4

Именно, поэтому уставки штатной системы контроля являются достаточно грубыми:

- для обмотки статора максимально допустимая температура 75 град;
- для железа статора максимально допустимая температура 90 град;
- максимально допустимая разность температур стержней по диаметру статора 30 град.

На этом фоне рост температуры, обусловленный дефектом в его начальной стадии, может остаться незаметным.

Для преодоления этого предлагается следующий подход [2].

1. Все датчики температуры активных частей разбиваются на однородные группы, в которых влияние параметров охлаждающей среды и конструкции генераторов на показания датчиков одинаковы.

2. Внутри каждой группы анализируется не абсолютное значение температуры, а его отклонение от среднего значения в группе (смещение). Это смещение будет устойчивым, независимо от режима работы, при отсутствии дефектов. Значение этого смещения можно определить по результатам тепловых испытаний.

3. В процессе контроля теплового режима работающего генератора использовать в качестве критерия появления сигнала тревоги (возможности существования дефекта) разность расчетного и фактического значений смещения температуры конкретного датчика относительно среднего значения в группе:

$$|\Delta t_{\text{расч}} - \Delta t_{\text{факт}}| < \delta, \quad (1)$$

где  $\delta$  – уставка системы контроля, задается на основе тепловых испытаний;

$\Delta t_{\text{расч}k}$  – расчетное значение смещения температуры датчика с номером  $k$ ;

$\Delta t_{\text{факт}k}$  – фактическое значение смещения температуры датчика с номером  $k$ .

Для определения расчетного и фактического значений смещения температуры следует использовать формулы

$$\Delta t_{\text{расч}k} = t_k - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i, \quad (2)$$

$$\Delta t_{\text{факт}k} = t_{k0} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{i0}, \quad (3)$$

где  $t_i$ ,  $t_k$  – значение температуры датчиков с номерами  $i$  и  $k$ , измеренных в режиме контроля;

$t_{i0}$ ,  $t_{k0}$  – значение температуры датчиков с номерами  $i$  и  $k$ , измеренных в режиме обучения (например, в режиме тепловых испытаний);

$n$  – число датчиков в группе.

Для турбогенераторов ТВВ-800 датчики температуры стержней предлагается разделить на три группы.

Группа 1. Нижние стержни в зоне нагнетания водорода. Пазы -1-6, 18-27 и 39-42. Количество датчиков в группе – 20.

Группа 2. Нижние стержни в зоне вытяжки водорода. Пазы -7-17 и 28-38. Количество датчиков в группе – 22.

Группа 3. Верхние стержни. Пазы -1-42. Количество датчиков в группе – 42.

В качестве иллюстрации в таблице 2 приведены результаты реальных измерений на турбогенераторе №1 Сургутской ГРЭС-2 [1].

Таблица 2. Смещение температур верхних стержней обмотки статора при разной нагрузке генератора, град

Паз	Ток нагрузки статора 20400А		Ток нагрузки статора 14640А	
	температура стержня	Смещение $\Delta t_{расчк}$	температура стержня	Смещение $\Delta t_{фактк}$
6	47.3	-7.1	45.9	-5.5
7	55.4	1.0	52.2	0.6
31	60.9	6.5	56.9	5.5
32	55	0.6	51.4	0
Среднее	54.4		51.4	
$\Delta$	3			

### Список литературных источников

1. Тепловые и электрические испытания турбогенераторов типа ТВВ-800-2 Сургутской ГРЭС-2. Уралтехэнерго, 1988, инв.№ Э.1946.

2. Система диагностики турбогенераторов Сургутской ГРЭС-2. Диагностика нарушений. Уралтехэнерго, 1988, инв.№ Э.2056.